

TUGAS AKHIR

SIMULASI PENGARUH UKURAN PARTIKEL *BED* TERHADAP SYNGAS YANG DIHASILKAN PADA *BUBBLING FLUIDIZED BED* GASIFIER MENGGUNAKAN SOFTWARE CPFD BARRACUDA VIRTUAL REACTOR 17.1.0



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

MUH. MAULANA KURNIAWAN

D200160194

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

**"SIMULASI PENGARUH UKURAN PARTIKEL *BED* TERHADAP
SYNGAS YANG DIHASILKAN PADA *BUBBLING FLUIDIZED BED*
GASIFIER MENGGUNAKAN *SOFTWARE CPFD BARRACUDA*
VIRTUAL REACTOR 17.1.0"**

Yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, November 2020

Yang menyatakan,



Muh. Maulana Kumiawan

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**SIMULASI PENGARUH UKURAN PARTIKEL *BED* TERHADAP SYNGAS YANG DIHASILKAN PADA *BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER* MENGGUNAKAN *SOFTWARE CPFD BARRACUDA VIRTUAL REACTOR 17.1.0***" telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **Muh. Maulana Kurniawan**

NIM : **D200160194**

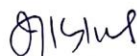
Disetujui pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing

Tugas Akhir



Nur Aklis, S.T., M.Eng.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**SIMULASI PENGARUH UKURAN PARTIKEL *BED* TERHADAP SYNGAS YANG DIHASILKAN PADA *BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER* MENGGUNAKAN *SOFTWARE* CPFD BARRACUDA VIRTUAL REACTOR 17.1.0**", telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : Muh. Maulana Kurniawan

NIM : D200160194

Disahkan pada:

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji

Ketua : Nur Aklis, S.T., M.Eng. (.....)

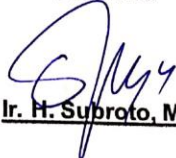
Anggota 1 : M. Alfatih Hendrawan, S.T., M.T. (.....)

Anggota 2 : Amin Sulistyanto, S.T., M.T. (.....)

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Ir. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah
Surakarta


Ir. H. Subroto, M.T.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A.Yani, Pabelan, Kartasura, Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 029/11/2020 tanggal 20 Februari 2020 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Nur Aklis, S.T., M.Eng.
Pangkat/Jabatan : Lektor
Kedudukan : Pembimbing
Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :
Nama : Muh. Maulana Kurniawan
Nomor Induk : D200160194
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 9
Judul/Topik : Simulasi Pengaruh Ukuran Partikel *Bed* Terhadap *Syngas* Yang Dihasilkan Pada *Bubbling Fluidized Bed Gasifier* Menggunakan Software CPFD Barracuda Virtual Reactor 17.1.0

Rincian Soal/Tugas : Meneliti pengaruh ukuran partikel *bed* terhadap komposisi *syngas*, distribusi temperature *gasifier*, distribusi konsentrasi gas pada *Bubbling Fluidized Bed Gasifier* Menggunakan Software CPFD Barracuda Virtual Reactor 17.1.0

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 28 Februari 2020

Pembimbing

Nur Aklis, S.T., M.Eng.

Keterangan.

Dibuat rangkap 3 (tiga)

1. Untuk Kajar (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

MOTTO

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya.

(QS Al Baqarah - 286)

Ilmu pengetahuan itu bukanlah yang dihafal, melainkan yang memberi manfaat.

(Imam Syafi'i)

Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian . Karena kematian
memisahkanmu dari dunia sementara menyia-nyiakan waktu
memisahkanmu dari Allah. **(Imam bin Al Qayim)**

Work while they sleep, Learn while they party, Save while they spend, Live
like they dream. **(Anonim)**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada yang tercinta

- Ibu dan Bapak, atas do'a dan ridho darimu... Kakak-kakakku. Akhirnya satu amanah terselesaikan dan sekarang berlanjut ke amanah lain yang Insyaa Allah keberkahan sudah siap di depan mata.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan anugerah yang tiada terkira. Atas izin-Nyalah penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Dialah yang Maha Berilmu dan Maha Pemberi Ilmu bagi siapa saja yang dikehendaki-Nya.

Atas terselesaikannya tugas akhir ini, tidak mungkin dicapai tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, semangat dan nasihat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak H. Amin Sulistyanto, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan kritik dan saran selama menempuh Pendidikan.
4. Bapak Nur Aklis, S.T.,M.Eng., selaku Pembimbing tugas akhir, yang menjadi guru bagi saya. Yang mana telah mengarahkan, membantu, dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir ini.
5. Jajaran dosen *dan staff* di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh studi.
6. Kedua orang tua yang selalu senantiasa memberikan dukungan moral dan material kepada penulis hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

7. Rakha Adi N, Agus Arif S, dan Ghea Wahyu P, rekan satu project Tugas Akhir yang menjadi teman suka-duka, berkeluh kesah, serta tempat diskusi terbaik.
8. Teman-teman tim riset UGM yang memberikan dorongan dan pengetahuan lebih tentang penelitian ini.
9. Seluruh teman angkatan 2016 teknik mesin yang banyak memberikan motivasi dan dukungan serta semangat bagi penulis.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas dukungan dan semangat.

Penulis menyadari tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan wawasan dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengharapkan Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat pada semua pihak dan sebagai amalan yang tidak terputus.

Surakarta, November 2020

Muh. Maulana Kurniawan

ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar fosil dalam skala besar mengakibatkan ketersediaan bahan bakar semakin menipis yang berdampak pada ketersediaan bahan bakar sehingga perlu dilakukan usaha untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dengan mencari alternatif bahan bakar baru dan terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel bed terhadap komposisi syngas yang dihasilkan yang berpotensi menjadi pengganti bahan bakar fosil. Penelitian dilakukan dengan metode simulasi CPFD yang digunakan adalah reaktor tipe bubbling fluidized bed dengan ukuran diameter 400 mm dan tinggi 3800 mm. Bahan bakar yang digunakan adalah pelet kayu berukuran 8 mm. Partikel bed yang digunakan adalah pasir silika dengan variasi ukuran 100-200 μm , 200-300 μm dan 300-400 μm . Penelitian ini menggunakan software Barracuda Virtual Reactor dengan melibatkan reaksi kimia gasifikasi sehingga dapat dianalisa komposisi dari syngas yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar ukuran partikel bed dapat menurunkan distribusi temperatur, komposisi dan konsentrasi syngas. Ukuran partikel bed 100-200 μm menghasilkan distribusi temperatur, komposisi syngas serta konsentrasi syngas tertinggi dan ukuran partikel bed 300-400 μm menghasilkan distribusi temperatur, komposisi syngas dan konsentrasi syngas terendah.

Kata kunci: *Bubbling Fluidized Bed Gasifier, Simulasi, Ukuran Partikel Bed, Komposisi Syngas, CPFD.*

ABSTRACT

The use of fossil fuels on a large scale results in the depletion of fuel availability which has an impact on the availability of fuel so it is necessary to make efforts to reduce dependence on fossil fuels by looking for new and renewable fuel alternatives. This study aims to determine the effect of bed particle size on the resulting syngas composition which has the potential to become a substitute for fossil fuels. The research was conducted using the CPFD simulation method which used a bubbling fluidized bed type reactor with a diameter of 400 mm and a height of 3800 mm. The fuel used is wood pellets measuring 8 mm. The bed particles used were silica sand with a size variation of 100-200 μm , 200-300 μm and 300-400 μm . This research uses Barracuda Virtual Reactor software which involves gasification chemical reactions so that the composition of the syngas can be analyzed. The results showed that the larger the bed particle size can reduce the temperature distribution, composition and syngas concentration. The bed particle size of 100-200 μm resulted in the temperature distribution, syngas composition and the highest syngas concentration and the bed particle size of 300-400 μm resulted in the lowest temperature distribution, syngas composition and syngas concentration.

Keywords: *Bubbling Fluidized Bed Gasifier, Simulation, Bed Particle Size, Syngas Composition, CPFD.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kajian Pustaka	5

2.2. Dasar Teori	6
2.2.1. Biomassa	6
2.2.2. Gasifikasi	8
2.2.3. <i>Fluidized Bed Gasifier (FBG)</i>	12
2.2.4. <i>Bubbling Fluidized Bed Gasifier (BFBG)</i>	14
2.2.5. Klasifikasi Partikel	15
2.2.6. <i>Computational Particle Fluid Dynamic (CPFD)</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Langkah Penelitian	18
3.2. Desain dan Alat Penelitian	37
3.2.1. Desain Reaktor	37
3.4.1. Alat Penelitian.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Kecepatan Minimum Fluidisasi.....	39
4.2. Karakteristik Hidrodinamika <i>Bed Gasifier</i>	40
4.3. Distribusi Temperatur.....	45
4.4. Karakteristik <i>Syngas</i>	46
4.4.1. Komposisi <i>Syngas</i>	46
4.4.2. Distribusi Konsentrasi <i>Syngas</i>	49
4.4.3. <i>Low Heating Value</i>	52
4.5. Perbandingan Hasil Metode Eksperimen dengan Metode Simulasi.....	53
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Partikel Terfluidisasikan oleh udara	12
Gambar 2.2.	Skema Rezim Fluidisasi	12
Gambar 2.3.	Klasifikasi Partikel	15
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3.2.	Desain Reaktor <i>Gasifier</i> dalam satuan centimeter.....	19
Gambar 3.3.	Hasil <i>Grid</i> pada Barracuda VR	20
Gambar 3.4.	<i>Setup Global Settings</i>	21
Gambar 3.5.	Material yang Dipakai pada Simulasi	21
Gambar 3.6.	<i>Drag Model</i> Partikel	22
Gambar 3.7.	Fraksi Mol Biomassa	25
Gambar 3.8.	<i>Setup Ukuran Partikel dan Biomassa</i>	25
Gambar 3.9.	<i>Setup Initial Condition</i> pada <i>Fluid ICs</i>	26
Gambar 3.10.	<i>Setup Initial Condition</i> pada <i>particle ICs</i>	27
Gambar 3.11.	<i>Setup Boundary Condition</i> pada <i>Pressure BCs</i>	27
Gambar 3.12.	Pengaturan <i>Boundary Condition</i> pada <i>Flow BCs</i>	28
Gambar 3.13.	<i>Setup Mass Flow Rate Screwfeeder Biomassa</i>	28
Gambar 3.14.	<i>Setup Kecepatan Minimum Fluidisasi</i>	29
Gambar 3.15.	<i>Setup Kecepatan Udara Fluidisasi</i>	30
Gambar 3.16.	<i>Setup Rate Coefficient</i>	30
Gambar 3.17.	<i>Setup Chemical Reaction</i>	31
Gambar 3.18.	<i>Setup Time Controls</i>	31
Gambar 3.19.	<i>Setup Flux Planes</i>	32
Gambar 3.20.	Hasil <i>Setup Flux Plane</i>	32
Gambar 3.21.	<i>Setup General Mesh View (GMV)</i>	33
Gambar 3.22.	<i>Setup Transient Point</i>	34
Gambar 3.23.	Hasil <i>Setup Transient Point</i>	34
Gambar 3.24.	<i>Running 1 Step</i>	35
Gambar 3.25.	Hasil <i>Running 1 Step</i>	35

Gambar 3.26.	<i>Running Total</i>	36
Gambar 3.27.	<i>Post Processing</i> dan Analisis	37
Gambar 3.28.	Ukuran Desain Reaktor <i>Gasifier</i> dalam satuan Milimeter	37
Gambar 4.1.	Fenomena Terbentuknya <i>Bubble</i>	40
Gambar 4.2.	Hidrodinamika <i>Bed</i> terhadap variasi Ukuran Partikel <i>Bed</i>	43
Gambar 4.3.	Distribusi Temperatur <i>Gasifier</i> tiap variasi Ukuran Partikel <i>Bed</i>	45
Gambar 4.4.	Grafik Komposisi Gas dengan variasi ukuran partikel <i>bed</i>	47
Gambar 4.5.	Diagram Perbandingan Komposisi <i>Syngas</i> terhadap variasi Ukuran Partikel <i>Bed</i>	49
Gambar 4.6.	Distribusi Gas H_2 tiap variasi Ukuran Partikel <i>Bed</i>	50
Gambar 4.7.	Distribusi Gas CO tiap variasi Ukuran Partikel <i>Bed</i>	50
Gambar 4.8.	Distribusi Gas CH_4 tiap variasi Ukuran Partikel <i>Bed</i>	51
Gambar 4.9.	Distribusi Gas CO_2 tiap variasi Ukuran Partikel <i>Bed</i>	52
Gambar 4.10.	Diagram Perbandingan LHV terhadap variasi Ukuran Partikel <i>Bed</i>	53
Gambar 4.11.	Diagram Perbandingan Komposisi <i>Syngas</i> Metode Ekperimen dengan Simulasi	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Karakteristik Partikel (Geldart, 1972)	17
Tabel 3.1. Kandungan <i>Ultimate</i> dan <i>Proximate Wood Pellet</i> (Kim et al., 2013).....	22
Tabel 3.2. Kondisi Experiment (Kim et al., 2013).....	29
Tabel 3.3. Spesifikasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> yang Digunakan.....	38
Tabel 4.1. Kecepatan Minimum Fluidisasi	40
Tabel 4.2. Komposisi Gas Tiap Variasi ukuran partikel <i>bed</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

1. Tabel L 1.1. Air Properties – British Units	60
--	----